

R4

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

G02B 6/12

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97197610.4

[43]公开日 1999年9月22日

[11]公开号 CN 1229476A

[22]申请日 97.9.11 [21]申请号 97197610.4

[30]优先权

[32]96.9.17 [33]SE [31]9603383-2

[86]国际申请 PCT/SE97/01538 97.9.11

[87]国际公布 WO98/12585 英 98.3.26

[85]进入国家阶段日期 99.3.3

[71]申请人 艾利森电话股份有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

[72]发明人 G·帕尔姆斯科 G·古斯塔夫松

O·J·哈格尔 P·艾利森

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

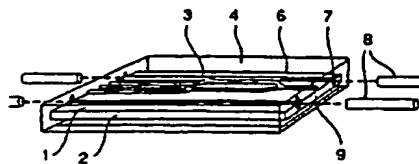
代理人 李亚非

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 制造光电元件的方法和根据此方法制造的光电元件

[57]摘要

到目前为止,应用于光纤领域的光电学元件一直是具有耐热封装的石英和晶体的波导,但对追求获利的用途来说,它的元件生产成本太高。通过用塑料制造聚合单晶模式(SM)的波导,例如苯并环丁烷聚合物(BCB),能够获得一种制造波导的简单,可靠,廉价的方法。可用于商业用途的“道氏化学”的 BCB/DOW 的两种品级之间具有不同的折射系数,这种折射率的差允许制造具有 SM 特性的嵌入型波导。在用于制造所谓的嵌入型波导方面,这两种类型的 BCB 材料已经形式了它们特别的用途:热固化品级的 BCB(1,4)用做波导的上下涂层,而可以光致定型的变形剂(3)作为波导材料。以这种方式,波导芯片的封装可以用塑料制造,同时,作为连接器接口可以在元件的终端接口上形成。



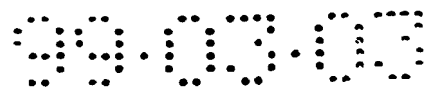
ISSN 1000-8427 4

专利文献出版社出版

BEST AVAILABLE COPY

权 利 要 求 书

- 1、生产具有可波导连结的光电元件的方法，例如可以连接一个相连的连接器等，其特征是，在象一个衬底，例如硅基上，当材料根据共同形成波导的要求而选定时，第一种材料放在第二种材料的上面，即，例如对元件使用具有适当的波导图案掩模，使第二种材料的一部分被去掉，以便于在第一层材料上形成波导图案，亦即，在第一层材料以后的层是被加到波导图案以及波导图案周围的空隙上，从而导致波导图案被第一种材料所包围，还可以，例如可通过磨擦和抛光，使光电元件的终端接口排成可以被连接的形式。
- 10 2、根据要求 1 的方法，其特征是，使用苯并环丁烷聚合物(BCB)作为第一层材料，而使用光致成象的苯并环丁烷聚合物(BCB, Cyclotene 4024-40) 作为第二层材料。
- 15 3、可波导连接，例如连结到连接器等，的光电元件，其特征是：例如在硅基 (2) 上放上一层第一种材料 (1)；在第一种材料上放上第二种材料 (3) 的波导图案；在波导图案和波导图案的周围的空隙中还放上一层第一种材料 (4)，在其中波导图案 (3) 被第一种材料 (1, 4) 所包围；以及便于使所选的材料共同形成波导。
- 4、根据要求 3 的光电元件，其特性是，至少一个有源元件是连接到波导上的。
- 20 5、根据要求 3 或 4 的光电元件，其特性，是波导图案中至少包含一个分流器 (11)。
- 6、根据要求 3 或 4 的光电元件，其特性是，波导图案中至少包含一方向耦合器。
- 25 7、根据要求 3 至 6 中的任何一个的光电元件，其特性是，第一层材料 (1, 4) 使用苯并环丁烷聚合物(BCB)，而第二层材料 (3) 使用光致成象的苯并环丁烷聚合物(BCB, Cyclotene 4024-40)。



说明书

制造光电元件的方法和根据此方法制造的光电元件

5

本发明涉及制造光电元件的一种方法和根据此方法制造的一种光电元件，这里的光电元件的波导可以由塑料制造，并可以用塑料包封。

10 新型交互式多媒体服务的引进，增加了对现有远程通讯网络基础设施进行大量增容的需求，但如果在连接，传输，存取以及系统设备中不广泛使用光纤，这是不可能实现的。低成本的波导技术应该是能够突破光纤解决方案的最重要的领域中的一个。到目前为止，硅上外延硅已经在通讯应用中广泛用作波导材料。但达到低成本并大批量生产尚需在若干步骤上引入低成本处理，这种处理仅能通过聚合物材料的使用才能实现。

15 到目前为止，具有塑料制造的波导的光学元件还不能达到，例如由石英和玻璃制造的波导存储元件所要求的高标准。如果光学元件制造起来不这样昂贵的话，那么不管它是有源还是无源的，它在存取和数据通讯应用的发展中应该有更大的影响。现在在光纤领域中已经商业化的光电元件，过去一直是以密封浇注的石英和晶体的波导为基础的，这对于大批量生产来说成本太高。

20 通过用苯并环丁烷聚合物 (BCB) 制造聚合单晶模式 (SM) 的波导，可能为制造波导找到一种简单，可靠，廉价的方法。在商业上可以应用的两个品级的 BCB，他们有一个折射率之差，这种差允许制造商在波导中嵌入 SM 特性。现今在商业上可以使用的 BCB 材料名字是 Cyclotene™，它是“道氏化学”制造的较新材料，其第一个例子是开发和应用用于微电子应用领域中绝缘层。BCB 材料具有极好的绝缘性，低吸水性，与聚酰亚胺相比有更好的平面特性，更好的
25 热稳定性和更低的收缩性。BCB 材料中有两种形式出特别适合于嵌入 SM 性质的波导的制造。热保护层用于涂覆波导的上下层，由光确定的变形剂被称为光 BCB，它被用作波导材料。以这种方式，波导芯片的密封包装可以用塑料制造，同时，密封包装作为连接器接口能在元件的终端接口上被形成。

30 用这种波导构思，获得一种关于廉价光电元件的制造的巨大发展潜力是可能，其中波导可以连接到象 PIN 和激光二极管之类的有源元件，以便于，比如

制造接收机组合件。通过用 BCB 波导技术开发制造光有源和无源元件的想法，可以使在开发中的大量困难步骤可以降低到容易管理的数目，以便于开发象分光器和在两端都有 MT 接口的 WDM 过滤器组合件之类，具有商业效益的产品。

根据本发明的“护圈”型 MT 联结接口的使用，使得到低制造成本，以及
5 例如比所谓的绞合构造更紧凑的结构件是可能的。

同时，低成本地大量制造的新技术必须引起重视。因此，为了这些目的，在大批量生产中，必须加强对具有非常紧密容限的小塑料零件的内注浇注和转移压力的能力。在第一种情形下，有源元件潜在的可靠性问题，当塑料材料处理和装置的相容性问题变得更加明了以后，能以上述的方式在以后步骤中得到
10 解决。

图 1 表示的是根据本发明的功率分配器组件。

图 2 表示的是波导生产的电子束掩模的一部分。

图 3 表示的是根据本发明的一个与带状纤维连通连接器相连的密封分光器组件。

15 图 4 表示的是一个 3.6 厘米长，6Tm 的 BCB 波导的阻尼曲线。

图 5A 和 5B 表示的是方向耦合器的光学效果曲线。

根据本发明生产一个光电元件的方法，即形成该方法的生产技术，是基于 BCB 单晶模式波导的制造，和有同步无源调试的这些元件的封装。制造 SM-BCB 波导的工作流程将首先被说明如下：

20 根据图 1，功率分配器组合件中的波导构造能由以下部分组成：首先是在衬底 2，如 1.3 厘米厚的硅片上的 BCB（无抗氧化剂）的底镀层 1，然后是一个可光致成形的 BCB（Cyclotene4020-40）3 的芯和 BCB（没有抗氧化剂）4 的上镀层。底或下镀层 1 通过没有抗氧化剂 XU13005.19 的 BCB，在 1200 转，10Tm 情况下，旋转沉积于硅片 2 上，之后在盘炉内氮气环境下，用特殊程序
25 进行“低温烘烤”。芯 3 通过 Cyclotene4020-40 在 3000 转，5Tm 下旋转沉积而成，然后在对流炉内，在 90℃时进行 10 分钟预烘干，用平板印刷掩模 5 的方法，再通过电子束曝光固化联结，以形成波导图案，见图 2。显影进行在 DS3000，30℃ 情况下，持续 15 分钟，之后用皂液和水溶液冲洗，之后用旋转器或冲洗器和干燥机干燥。接着在盘炉内氮气环境下，根据特殊 IMC 烘烤程序进行低
30 烘烤。上涂层 4 通过没有抗氧化剂 XU13005.01 的 BCB 旋转沉积法在 1200 转，

10Tm 时形成，之后在盘炉内氮气环境下用特殊程序进行“低烘烤”。类似 0.75Tm 硅片上的 V 形槽，排列结构 6 能以 BCB 作为掩模形成，在这里，最好的三个掩模最后都必须使用。当硅片先后被放入即将压缩浇注的工具中时，在以后的元件制造阶段，波导芯片通过适当的标准方法从硅片上锯下。

- 5 在这一实例中，硅片上的 V 形槽合适配成使用于 MT 连接器的引导针 8 的孔 7 的形状与组合件的针适配，可以被压入。在这种方式中，优质工艺的照相平板技术能用于波导连接器的引导针的排列。BCB 塑料分别用于波导，波导的封装和光接口以及硅的成形。元件制造的最后一步是接口 9，硅以及塑料 (BCB) 的抛光，这可以用象抛光一个 MT 连接器时使用的普通抛光技术进行磨光。如图 2 所示，用平板印刷的掩模 5 组合件的一个电子束，可以产生直线 10，分配器 11 以及方向耦合器图案 12。图 2 显示了有几个不同图案的电子束射掩模 5。在终端接口上，波导之间的距离可以是 250Tm，在这里要求芯片的尺寸应该能适合，例如，承受压力的距离空间。用于 Y-分配器和方向耦合器的弯曲半径可以选成 30 毫米左右。方向耦合器可以具有 6 到 10 Tm 的宽度和不同的长度和
- 15 间距。一个典型的芯层厚度可以选为 7 Tm。

- 分流器/分配器可以被联结到相连的连接器的上。有关封装和非封装的波导的光学性质都已有过研究。在裸芯片上，不同批次的 BCB 波导的 SM 性质已经研究，其中已显示出一定的再现性。初步的老化测试也已经作过，已经证明对非封装的波导，其 SM 特性至少能保留一年。关于多模式波导，用“削减测量”
- 20 方法已经测定的衰减是大约 0.6dB/cm。

- 图 3 所示的是一个被封装的方向耦合器 13，它与一个光纤连通的连接器和一个所谓的 MT 连接器 14 相连。转移浇注处理用于封装波导构件，并且用于形成一个光学 MT 接口。使用的材料应该为包含硅的热固化塑料。为了根据接口排列波导的方向，用一个标准处理过程将 V 形槽蚀刻在硅衬底上，例如用
- 25 KOH 进行蚀刻。在模制工具中，这些 V 型槽被金属针插入，然后为 MT 接口引导针形成精确的孔。这种情况下，方向的精度依靠用于波导形成图案的平板印刷方法，以及蚀刻 V 型槽的 KOH，这使得塑料材料的机械稳定性变得不重要。这一技术具有获得单模性能的潜力，即方向精度大约为 $\pm 0.5Tm$ 。用一种改进的标准方法对在硅载体上的 BCB 波导的 MT 接口进行抛光，使其用于光
- 30 连通的连接器。

为了评价所谓的 BCB 波导，对于封装和非封装的直线波导上的光损耗进行测量，同时方向耦合器结构也进行了光学评价。用波长范围为 0.6-1.6 μm 内的光谱分析进行了不同波导宽度的光损耗的测量。来自白光源的光线，其粗大的一端联结到使用了单模式纤维的波导，例如，其中的单模式纤维可以是适应性可变的胶质体。在输出端，BCB 波导联结到使用了适应性可变的胶质体的多模式纤维 ($\text{NA}=0.25$)。

图 4 显示了加入输入和输出损耗后，关于波导的谱线图。对宽度达到 12 μm 的直线波导，单模式性能被确定。对于一个 6 μm 的波导，作为波长函数的光损耗量的典型曲线显示于图表上。结果表明，具有抛光终端接口，被封装的直线波导的光损耗与具有被抛光终端接口，但非封装的直线的波导的光损耗几乎一样。

图 5A 和 5B 显示了方向耦合器结构的测量曲线，其中与别的测量一起显示的测量证明已研制的波导方法能比较好地分离波长为 1330 和 1550 的情况。图中仅给了研制关于方向耦合器特性的例子。在连结区域中，方向耦合器具有相同的相互作用长度，但在波导中有不同的相互作用长度。对每一个方向耦合器，光线被输入到两个输入波导中的一个里。图 5A 显示光的效果是从同一通道的波导中测出的，图 5B 显示光的效果是从不同通道的波导中测出的。这里的结果显示为波导间距的函数。图中 A 和 B 显示具有波导间距为 5.9 μm 的方向连接器象一个 VDM 滤波器一样起作用，其中的 VDM 滤波器能够以两个输出口分离 1.31 μm 和 1.53 μm 波长。因此可以说，通过对光无源分支排列使用 BCB 波导，能使用并不复杂的标准方法取得单模式性能，波导能作为直线波导，功率分配器和带或不带有源元件的 VDM 滤波器使用，并且波导对接口抛光也允许使用塑料封装和标准方法。

说明书附图

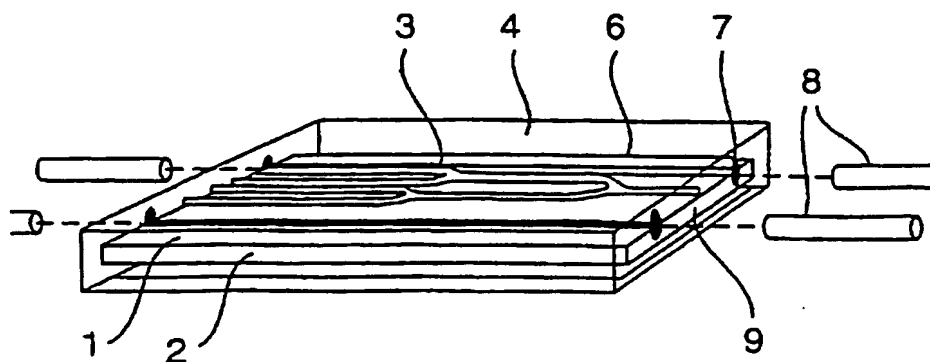


图 1

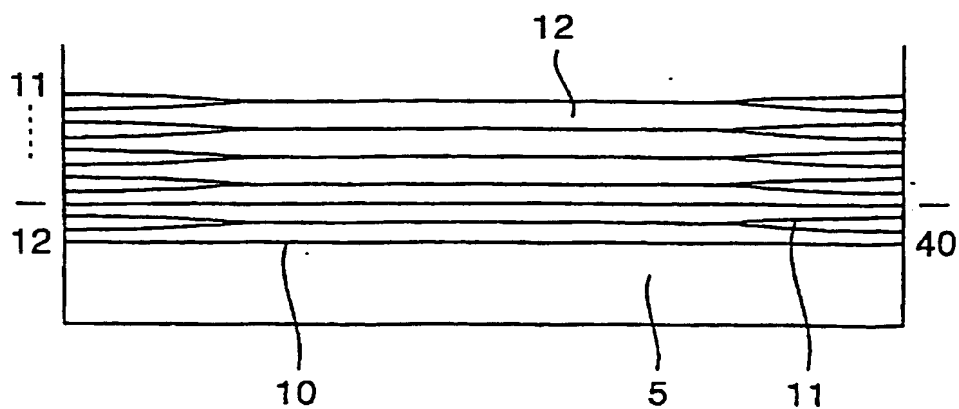


图 2

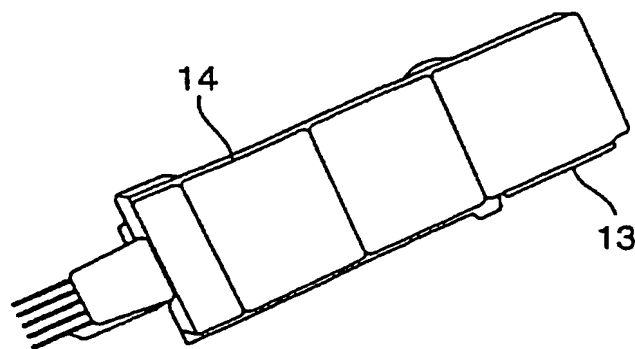


图 3

99-03-03

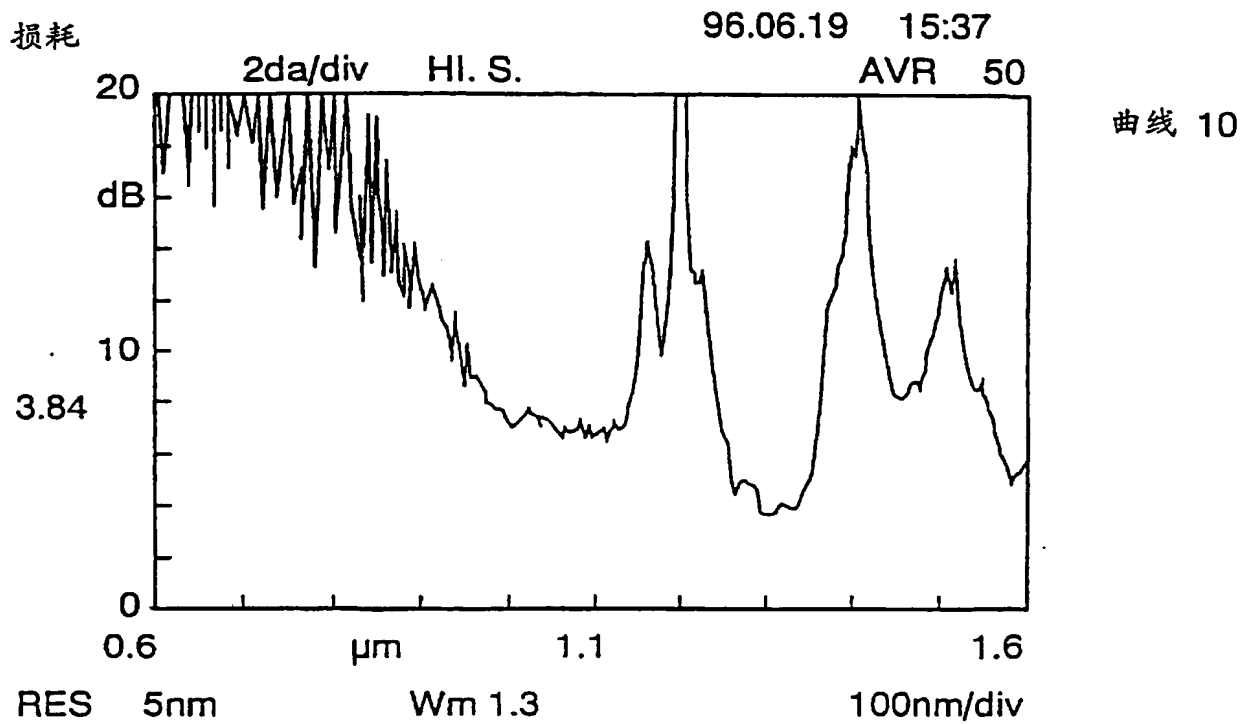


图 4

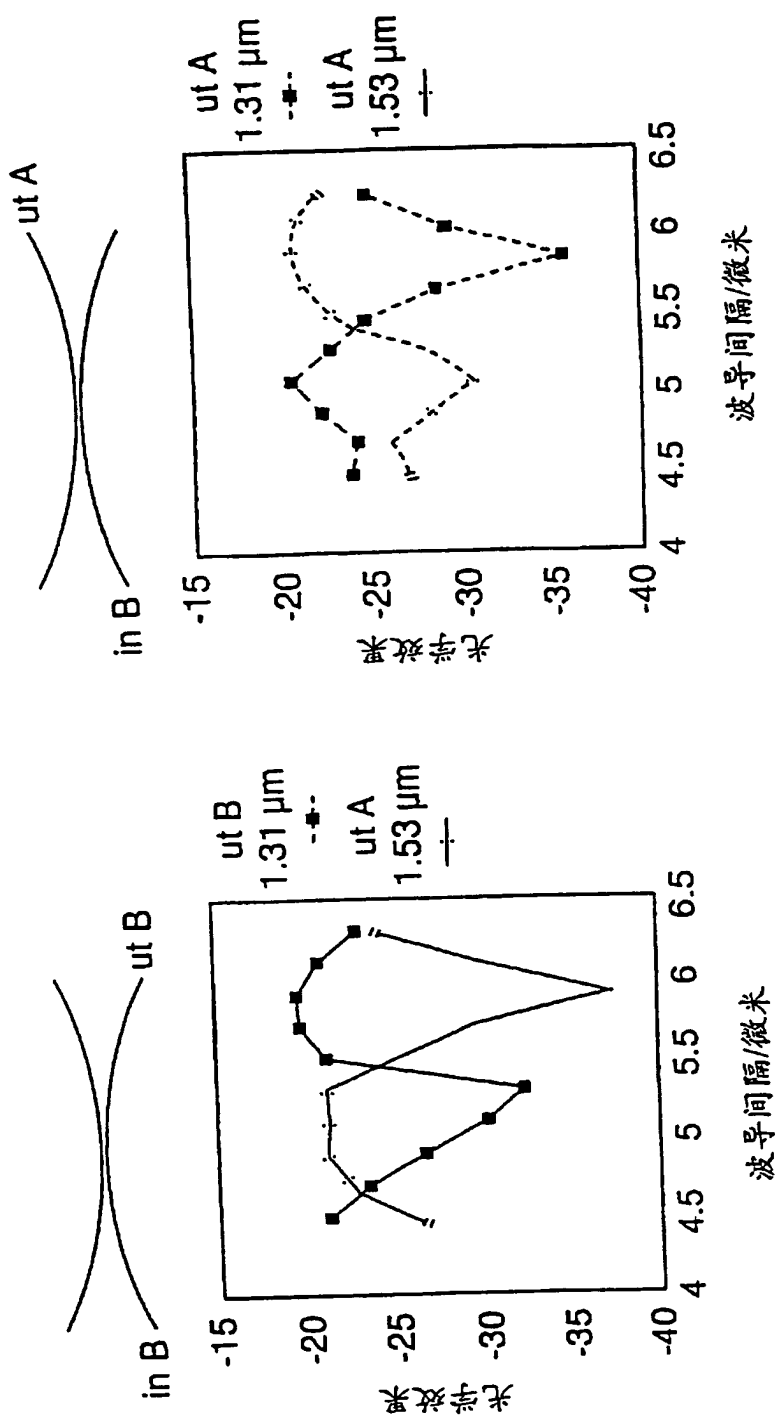


图 5A

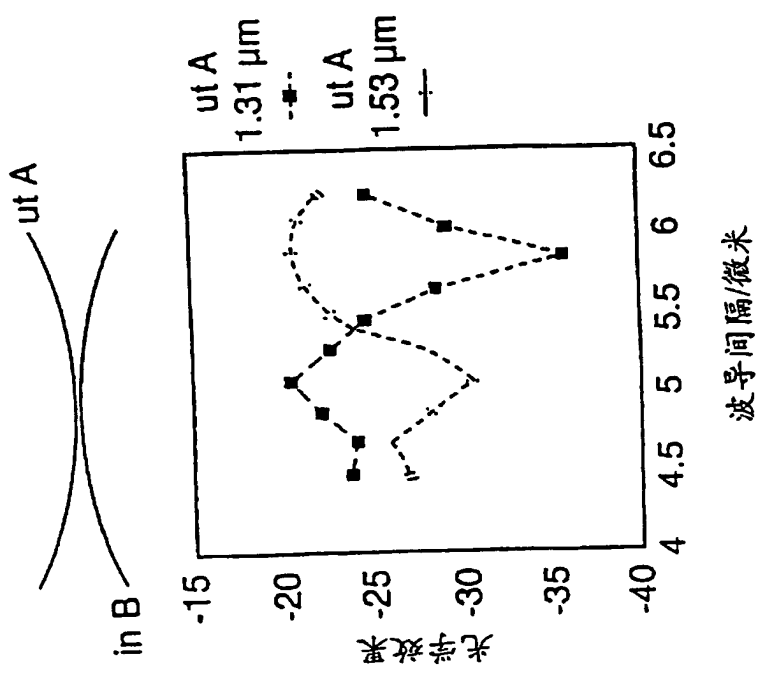


图 5B

THIS PAGE BLANK (USPTO)

125

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

G02B 6/38

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98125386.5

[43]公开日 2000 年 6 月 21 日

[11]公开号 CN 1257212A

[22]申请日 1998.12.14 [21]申请号 98125386.5

[71]申请人 艾利森电话股份有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

[72]发明人 P·L·库尔兹奥 J·安德

E·贝里奎斯特

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

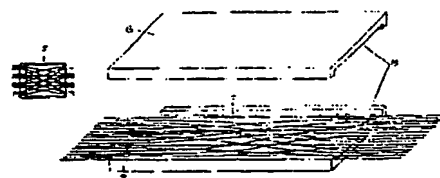
代理人 吴增勇 李亚非

权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图页数 5 页

[54]发明名称 用于交叉连接光纤的部件

[57]摘要

本发明涉及交叉连接光纤的部件。为了简化光纤的处理,提供一种把不同光纤带之间的光纤交叉连接的部件,其中,部件本身把连接到部件的不同光纤带之间的光纤交叉连接。该部件使得甚至在交叉连接或者相反把一根或多根光纤带中的光纤重组之后能够保持和分隔光纤带结构。交叉连接部件一般包括:包围混合区域编织区(5)中交叉连接或重组的光纤(2)的塑料外壳(6,7);以及分别在部件输入侧和输出侧连接到塑料外壳中的光纤的光纤自由端。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种用于交叉连接光纤、最好是永久地交叉连接光纤的部件，
所述部件使得能够直接地交叉连接或者重组排列在光纤带中的光纤，
5 其特征在于：

混合地点或者编织区（5），用来编制若干交叉连接的或者重组
的光纤（2）并且具有所述光纤的交叉连接或者重组之前的输入侧和
所述光纤的交叉连接或者重组之后的输出侧，以及

10 在所述混合地点或者编织区之外所述输入侧和所述输出侧上所
述光纤是用于连接到光纤带的自由端，其中，所述部件可以连接到位
于外部的光纤带。

2. 权利要求1的部件，其特征在于：在所述混合地点或者编织区
（5）之外所述输入侧和所述输出侧上的光纤（2）被汇集和形成光
纤带，从而使得所述部件能够容易地连接到外部光纤带并且保持光纤
15 带的结构。

3. 权利要求2的部件，其特征在于：用粘胶带把所述混合地点或
者编织区（5）之外所述输入侧和所述输出侧上的光纤（2）结合在
一起，以便形成光纤带。

20 4. 权利要求1的部件，其特征在于：用粘胶带或者类似的材料环
绕所述混合地点或者编织区（5）。

5. 权利要求1的部件，其特征在于：用外壳（6，7）包围所述
混合地点或者编织区（5）。

6. 权利要求5的部件，其特征在于：所述外壳包括两个盒形的零
件（6，7）。

25 7. 权利要求6的部件，其特征在于：把所述盒形零件（6，7）
结合在一起。

8. 权利要求7的部件，其特征在于：例如用粘胶带把所述盒形零

件（6，7）粘合在一起。

9. 权利要求6的部件，其特征在于：用弹性材料（8）涂覆所述盒形零件（6，7）的内表面。

10. 权利要求5的部件，其特征在于：所述混合地点、所述编织区（5）或者外壳（6，7）备有记号。

5

说明书

用于交叉连接光纤的部件

5 本发明涉及用于交叉连接光纤、最好是永久地交叉连接光纤的部件，借助于该部件，排列在一根或者几根光纤带中的光纤可以与一根或者几根其它光纤带中的光纤直接地交叉连接。

欧洲专利 EP 0587336 A2 讲授一种包括多块印刷电路板的电子系统，所述印刷电路板与光纤带以及一对光学底板连接。在这种已知的
10 系统中，所述光学底板包含把所述底板上相对的输出端和输入端相互连接的交叉连接光纤。所述光纤还借助于粘合材料固定在柔性基片上。欧洲专利 EP 0435467 A2 讲授一种包括光纤带的光纤网络，其中，所述光纤带中的光纤在节点上连接发射机和接收机。

为了简化光纤带的处理过程，提供一种用于在不同的光纤带之间
15 交叉连接光纤的部件，其中，所述部件本身把连接到该部件的不同光纤带之间的光纤交叉连接。本发明的部件使得即使在对一根或者几根光纤带中的光纤进行交叉连接或者某种其它重组之后也能够保持光纤带结构的完整。

所述交叉连接部件一般可以包括包围交叉连接的或者重组的光
20 纤的塑料外壳以及分别在所述部件的输入端和输出端的连接到塑料外壳中的光纤的光纤带的自由端。然后，可以把这些光纤带端部与连接到所述部件的光纤带连接，以便获得所述连接的光纤带之间的光纤的交叉连接或者重组。

利用光纤带与光纤带焊接以及多光纤接触器相结合大大地便利
25 于光纤网络的安装。在存取网络中这是特别重要的，在这种情况下成本决定了在哪里可以把光纤一直拉到用户家中（FTTH，光纤到家）。因此，希望即使在进行光纤的交叉连接或者进行光纤的某种其它重组

时也能够保持光纤带的完整。

光纤带交叉连接部件的使用在例如以下方面是有益的：交叉连接来自电子线路板或者卡上发射机和接收机阵列的信号（见图 1）；交叉连接包含不同的信号流的多根光纤带（见图 2）；以及在所谓混合器中把环形网络结构中完整的光纤带分支出来（branching-off）（见图 3）。

下面将参考示范性的最佳实施例和附图更加详细地描述本发明。

图 1 举例说明发射机/接收机信号的交叉连接。

图 2 举例说明光纤带之间不同信号流的交叉连接。

图 3 举例说明环形网络结构的分支出来的（branching-off）光纤带的混合器。

图 4 是本发明的交叉连接部件的制造过程的简化的说明。

图 5 是具有用于连接到相邻的光纤带的向外伸出的光纤带端部的本发明的交叉连接部件的简化的说明。

图 6 举例说明本发明的交叉连接部件的一个实施例。

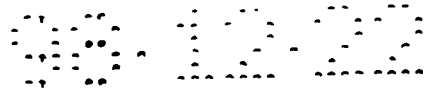
图 7 从上方图示图 6 的交叉连接部件。

图 8 举例说明本发明的交叉连接部件的交叉连接原理。

图 9 举例说明本发明的交叉连接部件的安装板。

本发明的交叉连接部件的制造过程从水平轴 3 上携带具有着色的底涂层的单光纤的选定数目的线轴或者卷线轴 1（见图 4）开始。包含在光纤带中的光纤总是着色的，例如红、兰、白、绿，以便容易识别。同理，最好也根据类似的系统把由所述线轴携带的光纤着色。

例如，通过把光纤置于如图 2 中所示的光纤编制体 4 中来编制所述光纤，以便形成所需要的交叉连接结构。把光纤 1 从第一线轴取出并且置于所述光纤编制体左侧的位置 1 和所述光纤编制体右侧的位置 1。把光纤 2 分别置于位置 2 和 5。把光纤 3 分别置于位置 3 和 9。按照类似的方式布置其余光纤，以便获得如图 2 中所示的需要的结构。



通过把所述光纤抽出到需要的长度并且固定所述光纤端部来编制所述光纤，以便获得带状结构。另外，以类似的方式固定最靠近光纤编制体 4 的两端。然后，借助于某种类型的骨胶、硅树脂、胶粘带、丙酸盐等等粘合剂把所述光纤编制体两侧的松散的光纤做成带状。

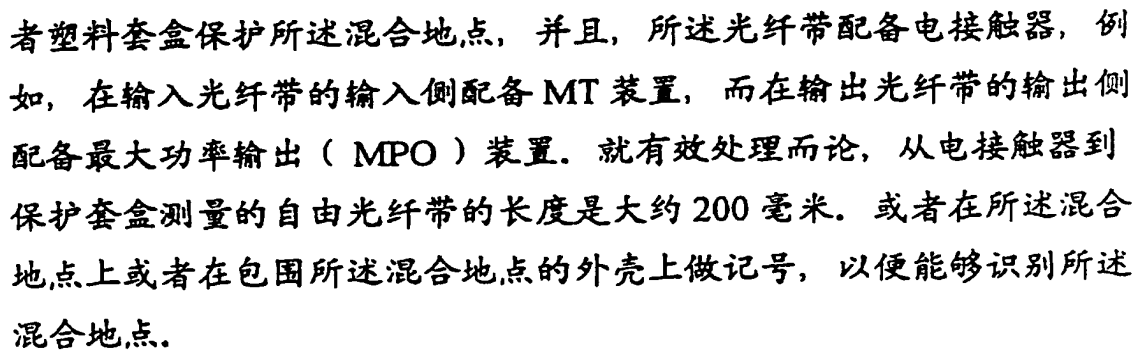
最后从所述光纤编制体 4 提起现已形成带状的光纤，并且，可以把形成的称为混合地点或者编织区 5 的交叉连接区灌封在用诸如泡沫塑料、丙酸盐、硅树脂或者类似材料的弹性材料 8 填充的两个套盒 6 和 7 之间，如图 5 中所示。例如，可以用胶粘带固定所述套盒并且把它们结合在一起。

另一种方法是，起点可以取自一根或者几根完整的光纤带，后者沿着其一半长度被分支成单独的光纤，并且编制所述单独的光纤的各端部、然后使所述端部再形成带状。

根据已经编制的光纤的数目，使所述输入和输出光纤形成包含 8 根光纤、12 根光纤、16 根光纤或者 24 根光纤的光纤带。然后，可以把这些光纤带分成所需要的带结构。图 6 和 7 示出成品的交叉连接部件的例子。然后，可以把多光纤接触器装置、例如机械可变换 (MT) 装置装配到所述光纤的自由端。另一种方法是，利用光纤带焊接来连接所述部件。

利用交叉连接部件能够显著地节省所形成的空间。可能的交叉连接器的变种是：输入端包括两根 12 光纤的光纤带 8 和 9，后者被类似地分成两根 12 光纤的光纤带 10 和 11，来自相应的分支光纤带中的一根和另一根的光纤交错地到达光纤带 10 和 11。如果两根分支光纤带中的一根只连接到发射机而另一根只连接到接收机，则所述光纤带的输出光纤将或者连接到发射机或者连接到接收机，见图 8。

形成所述交叉连接器的原始材料可以例如包括两根 12 光纤的光纤带，后者已经被分解成可以具有编织区形式的“混合地点”，在所述编织区中所述部件中的光纤被混合、然后成为自由端或者例如借助于胶粘带结合成两根新的光纤带。然后，可以用例如环绕的胶粘带或



然后，去掉所述梳形物，并且以简单的固定法、例如双面胶粘带代替它，借助于这种简单的固定法固定所述光纤并且密集地安置它们、象两根光纤带中的情形那样。然后加上结合材料以便把光纤粘合在一起并且形成单一的光纤带，此后可以借助于紫外线进行材料固化处理。在完成固化或者硬化处理后，可以小心地把所述交叉连接器从安装板上拆下来并且置于夹具中，以使用硅橡胶填充塑料保护装置从而形成实际的交叉连接部件。把所述部件的自由光纤带端部切成合适的长度并且装配电接触器，例如，在原始光纤带上装配 MT 套筒，而在手制光纤带端部上配置 MPO 接触器。

- 4 -

说明书附图

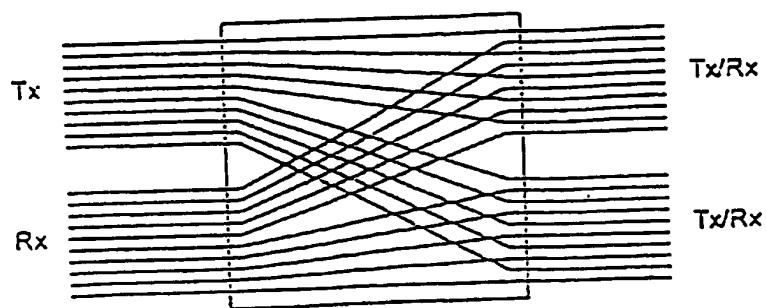


图 1

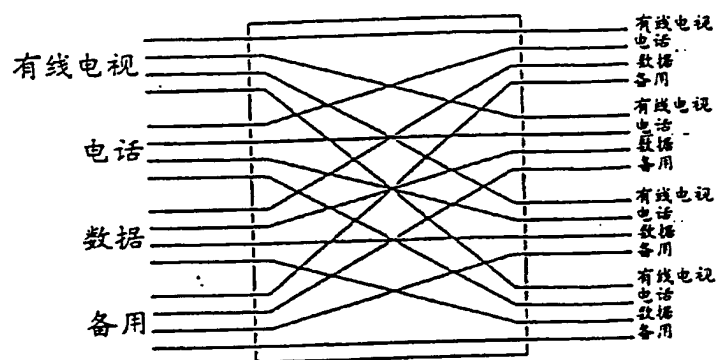


图 2

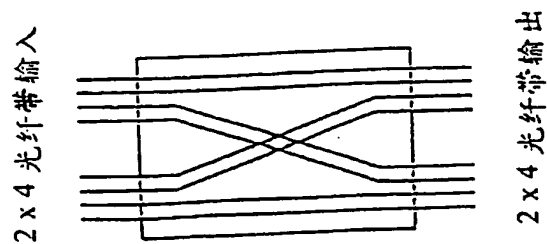


图 3

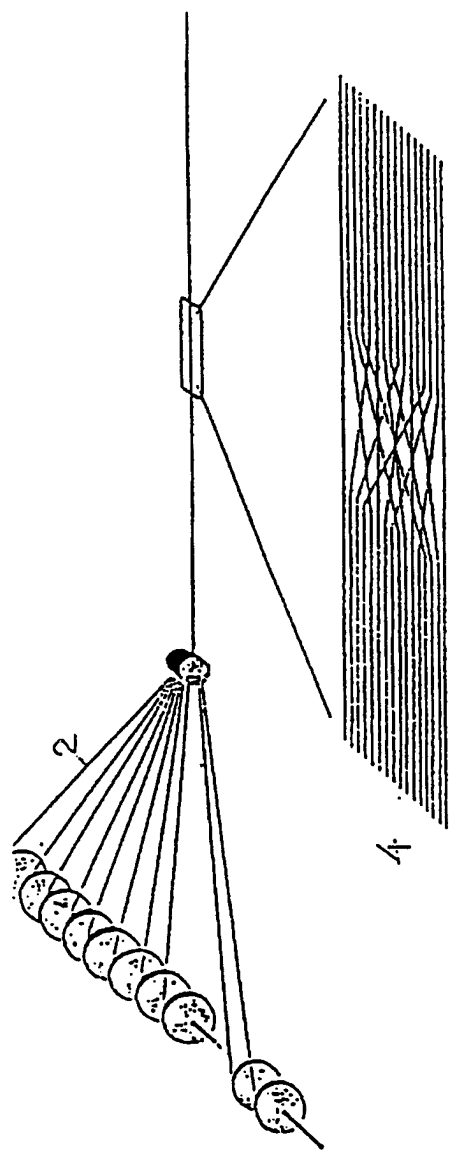


图4

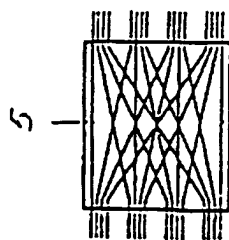


图5

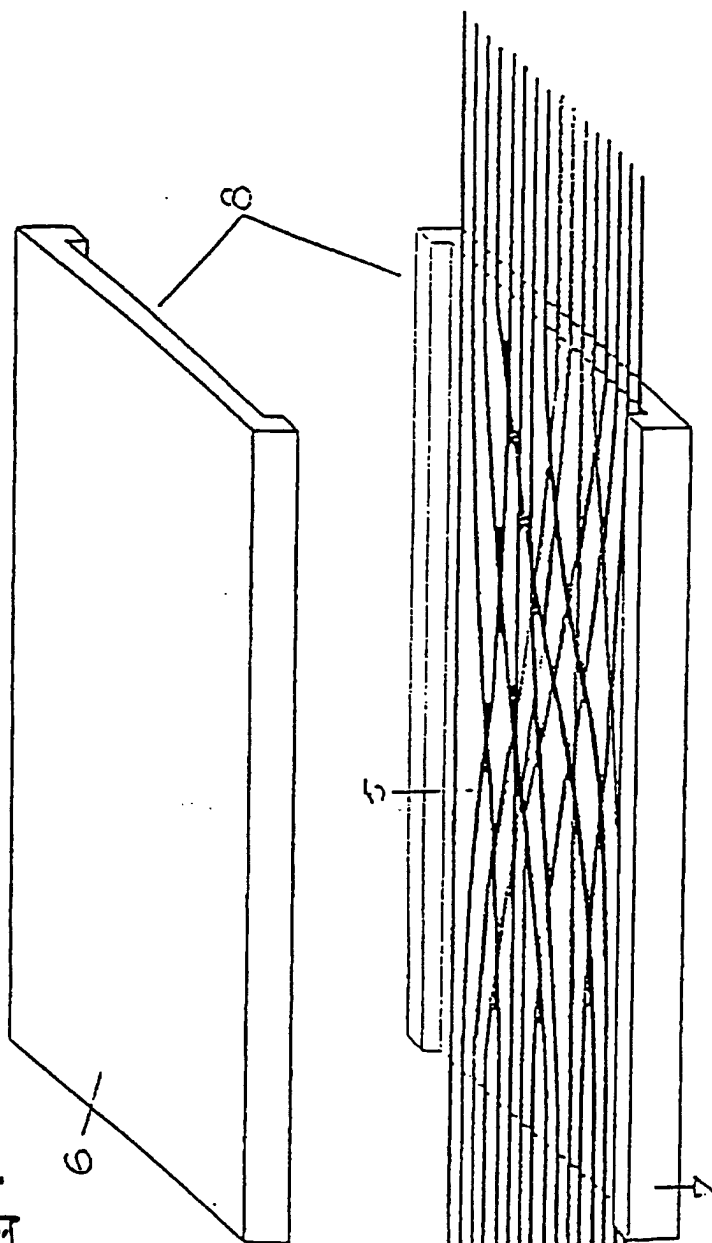




图 6

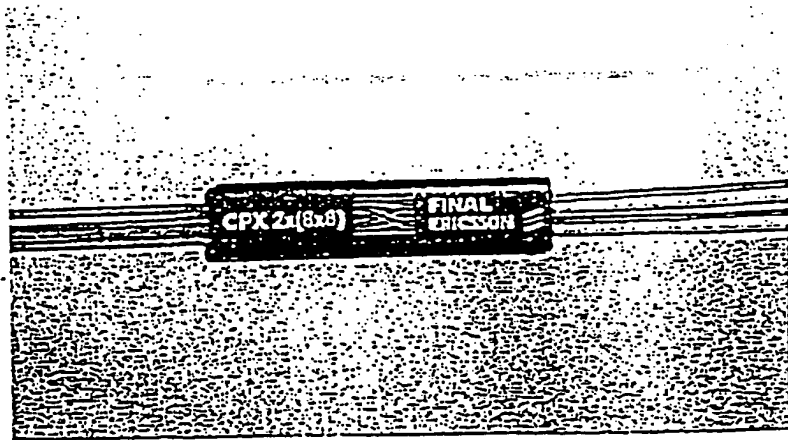


图 7

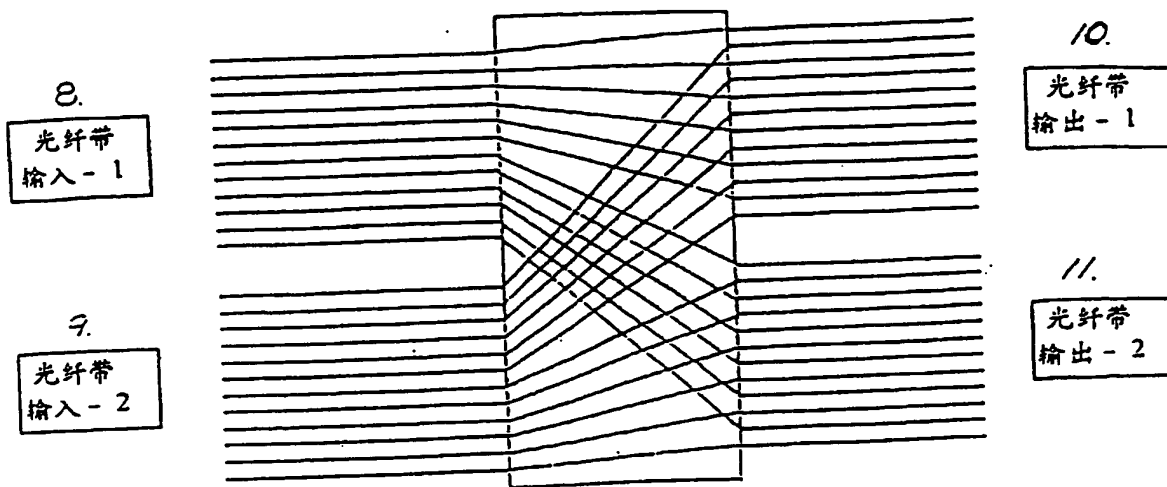


图 8

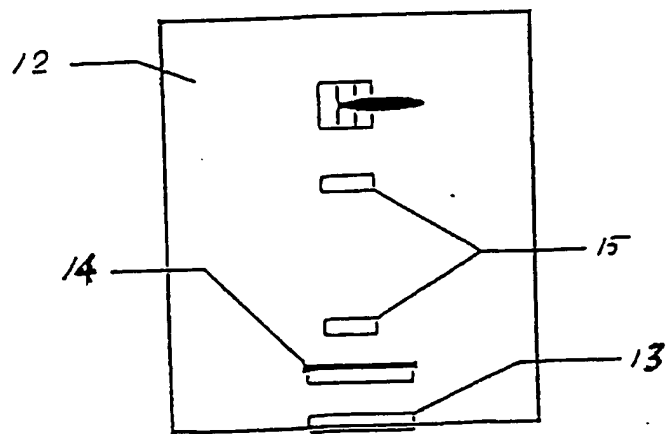


图 9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.